

**KEANEKARAGAMAN SEMUT (HYMENOPTERA:  
FORMICIDAE) PADA BERBAGAI TIPE PENGGUNAAN  
LAHAN DI HUTAN PENDIDIKAN “*UB FOREST*”, MALANG**

**OLEH  
MARGARETHA GALUH SARTIKO CONDR O AYU**



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS PERTANIAN  
MALANG  
2018**

**KEANEKARAGAMAN SEMUT (HYMENOPTERA:  
FORMICIDAE) PADA BERBAGAI TIPE PENGGUNAAN  
LAHAN DI HUTAN PENDIDIKAN “UB FOREST”, MALANG**

**OLEH**

**MARGARETHA GALUH SARTIKO CONDRU AYU**

**145040201111226**

**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI**

**MINAT PERLINDUNGAN TANAMAN**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh  
Gelar Sarjana Pertanian Strata Satu (S-1)**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**FAKULTAS PERTANIAN**

**JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN**

**MALANG**

**2018**



## PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri, dengan bimbingan komisi pembimbing. Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar perguruan tinggi manapun dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang dengan jelas ditunjukkan rujukannya dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, Mei 2018

Margaretha Galuh Sartiko Condro Ayu



## LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Skripsi : Keanekaragaman Semut (Hymenoptera: Formicidae)  
Pada Berbagai Tipe Penggunaan Lahan di Hutan  
Pendidikan "UB Forest" Malang

Nama : Margaretha Galuh Sartiko Condro Ayu

NIM : 145040201111226

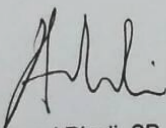
Program Studi : Agroekoteknologi


Minat : Hama dan Penyakit Tumbuhan

Menyetujui : Dosen Pembimbing

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

  
Dr. Akhmad Rizali, SP, M.Si.  
NIK . 2014057704151001

  
Rina Rachmawati, SP.,MP., M.Eng.  
NIP . 198101252006042002

Mengetahui  
Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan



Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS.  
NIP. 195510181986012001

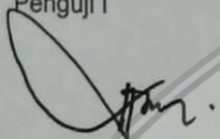
Tanggal Persetujuan: .....



# LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan  
MAJELIS PENGUJI

Penguji I



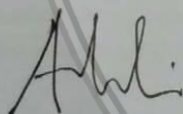
Dr. Ir. Toto Himawan, SU  
NIP. 19551119 198303 1 002

Penguji II



Rina Rachmawati, SP., MP., M. Eng  
NIP. 10810125 200604 2 002

Penguji III



Dr. Akhmad Rizali, SP., M. Si  
NIK. 201405 770415 11 001

Penguji IV



Dr. Ir Mintarto Martosudiro, MS  
NIP. 19590705 198601 1 003

Tanggal Lulus: 29 JUN 2018

“Jangan Mengejar Kesuksesan, Kejarlah  
Keunggulanmu Karena Kesuksesan Akan  
Menghampiri Dirimu”

Skripsi ini saya persembahkan untuk  
Ayahanda Antonius Supratiknya, Ibunda Agustina Sari Pratamaningsih  
Adik tercinta Gregorius Handaru Cahya Nugraha, Kakek dan Nenek  
Seluruh keluarga tercinta, serta sahabat yang saya sayangi



## RINGKASAN

**MARGARETHA GALUH SARTIKO CONDRO AYU. 145040201111226. Keanekaragaman Semut (Hymenoptera: Formicidae) pada Berbagai Tipe Penggunaan Lahan di Hutan Pendidikan “UB Forest”, Malang. Dibawah bimbingan Dr. Akhmad Rizali, SP, M.Si. sebagai Pembimbing Utama dan Rina Rachmawati, SP.,MP., M.Eng. sebagai Pembimbing Pendamping.**

Alih fungsi hutan menjadi lahan non hutan juga berperan dalam perubahan ekosistem serta spesies binatang dan serangga yang ada di dalamnya. Serangga merupakan bio-indikator kesehatan hutan, penggunaan serangga sebagai indikator akhir-akhir ini dirasakan semakin penting dengan tujuan utama untuk menggambarkan adanya keterkaitan dengan kondisi faktor biotik dan abiotik lingkungan. Salah satu jenis serangga yang sering dijadikan indikator kesehatan dan keberlanjutan di lahan tersebut adalah semut. Jumlah semut yang banyak dan stabil menjadikan salah satu koloni serangga yang penting dalam ekosistem, sehingga semut seringkali digunakan sebagai indikator di lingkungan alami atau yang telah mengalami perubahan penggunaan lahan. Tujuan dari penelitian ini yaitu mengetahui keanekaragaman jenis semut yang ada di “UB Forest”, mengetahui pengaruh tipe penggunaan lahan terhadap keanekaragaman semut di “UB Forest”, dan mengetahui kemiripan komposisi semut pada berbagai tipe penggunaan lahan di “UB Forest”.

Penelitian ini dilaksanakan mulai bulan November 2017 hingga Januari 2018 untuk pengambilan sampel di “UB Forest”, sedangkan pada bulan Februari hingga Maret 2018 dilakukan identifikasi di laboratorium. “UB Forest” terletak di Kecamatan Karangploso, Malang. Plot penelitian pada kawasan “UB Forest” dikelompokkan menjadi 5 tipe penggunaan lahan. Setiap tipe penggunaan lahan ditentukan 3 plot untuk pengambilan sampel semut. Pengambilan sampel dilahan menggunakan metode *pitfall trap*, dipasang selama 1 x 24 jam, dan diulang sebanyak 3 kali secara berturut-turut. Setelah sampel dilahan terkumpul semua, maka dilakukan pengawetan serta identifikasi. Seluruh spesimen semut diidentifikasi sampai tingkat morfospesies dengan mengacu pada buku *Identification Guide to The Ant Genera of Borneo*.

Hasil dari penelitian diperoleh 14 spesies semut dengan total jumlah individu sebanyak 5.805 semut pada berbagai tipe penggunaan lahan. Berdasarkan hasil pengamatan terlihat bahwa jumlah spesies semut yang paling banyak terdapat pada penggunaan lahan agroforestri mahoni dengan tanaman talas (13 spesies). Sedangkan jumlah individu yang paling banyak ditemukan terdapat pada penggunaan lahan agroforestri pinus dengan tanaman kopi (1813 individu semut). Hal ini dibuktikan dengan hasil perhitungan dari indeks keanekaragaman, indeks kemerataan, dan indeks dominansi. Penggunaan lahan agroforestri mahoni dengan tanaman talas memiliki nilai indeks lebih tinggi dibanding dengan penggunaan lahan lainnya. Berdasarkan hasil perhitungan indeks Bray-Curtis, tipe penggunaan lahan kawasan lindung dan lahan agroforestri pinus dengan tanaman kopi memiliki kemiripan komposisi spesies semut 100%.

## SUMMARY

**MARGARETHA GALUH SARTIKO CONDRU AYU. 145040201111226. Ant Diversity (Hymenoptera: Formicidae) on Different Types of Land Use in Forest Education "UB Forest", Malang. Supervised by Dr. Akhmad Rizali, SP, M.Si. as main-supervisor and Rina Rachmawati, SP.,MP., M.Eng. as co-supervisor**

---

The change of forest into non-forest land also plays a role in the changing ecosystem and species of animals and insects. Insects are bio-indicators of forest health, the use of insects as an indicator lately is felt increasingly important with the primary aim to illustrate the interconnection with conditions of biotic and abiotic factors of the environment. One type of insect that is often used as an indicator of health and sustainability in the land is the ants. The number of ants which a lot of and stable made a colony of insects to which important in ecosystem, so that the ants loans are often used as an indicator in a natural environment or that which there have been several changes of land use. The purpose of this research is to know the diversity of ant species in "*UB Forest*", to know the influence of land use type on ant diversity in "*UB Forest*", and to know similarity of ant composition to various types of land use in "*UB Forest*".

The research was conducted from November 2017 to January 2018 for sampling at "*UB Forest*", and identification was held in February to March 2018 in the laboratory. "*UB Forest*" is located in Kecamatan Karangploso, Malang. The field of research in "*UB Forest*" is grouped into 5 types of landuse. Each type of land use is determined by 3 plots for ant samplings. Samplings is done using the pitfall trap method, installed for 1 x 24 hours, and repeated 3 times in a row. After all the samples are collected, the next step to be carried out is preservation and identification. All ant specimens were identified to the morfospecies level by referring to the Book Identification Guide for the Genus of Borneo Genus.

The results of the study obtained 14 species of ants with a total number of individuals as many as 5805 ants on various types of land use. Based on the observation it can be seen that the most abundant number of species found in mahogany land use is intercropping with taro plant (13 species). While the largest number of individuals found in the land use of pine intercropping with coffee plants (1813 individual ants). This is evidenced by the results of calculations of the diversity index, evenness index, and dominance index. The land use of mahogany intercropping with taro plant has a higher index value compared with other land use. Based on calculation from index of Bray-Curtis, the type of land use of protected area and pine agroforestry land with coffee plant has a similarity composition 100% of ants.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan yang telah memberikan petunjuk serta kesempatan, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Keanekaragaman Semut (Hymenoptera: Formicidae) Pada Berbagai Tipe Penggunaan Lahan di Hutan Pendidikan “*UB Forest*”, Malang”. Skripsi ini disusun sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pertanian Strata Satu (S-1).

Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan banyak terima kasih kepada:

1. Dr. Akhmad Rizali, SP, M.Si. selaku Dosen Pembimbing utama, dan Rina Rachmawati, SP.,MP., M.Eng. selaku dosen pembimbing pendamping, yang telah membantu memberikan motivasi dan bimbingan dalam penyusunan skripsi.
2. Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS. selaku ketua jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan.
3. Pihak “*UB Forest*” yang telah memberikan kesempatan kepada peneliti untuk melakukan penelitian di “*UB Forest*”.
4. Kedua orang tua, adik, dan keluarga tercinta yang telah menjadi motivasi utama bagi penulis dalam menyelesaikan studi, serta yang memberikan segala bentuk dukungan kepada penulis dalam melakukan penelitian hingga lulus.
5. Teman-teman satu tim penelitian di “*UB Forest*”, yang telah membantu peneliti dalam menyelesaikan penelitian.
6. Serta para sahabat dan semua pihak yang telah memberikan dukungan serta motivasi untuk penulis dalam menyelesaikan studi.

Penulis menyadari keterbatasan dan kekurangan dalam pembuatan skripsi, tetapi penulis berharap supaya hasil penelitian ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Malang, Mei 2018

Hormat Penulis



## RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama lengkap Margaretha Galuh Sartiko Condro Ayu, dilahirkan di Kediri pada 16 Maret 1996 sebagai anak pertama dari dua bersaudara. Dari pasangan Bapak Antonius Supratiknya dan Ibu Agustina Sari Pratama Ningsih. Penulis bertempat tinggal di Desa Kalipang, Kecamatan Grogol, Kabupaten Kediri, Jawa Timur.

Penulis telah menyelesaikan pendidikan sekolah dasar di SDN Kalipang 1 pada Kecamatan Grogol pada tahun 2008. Kemudian melanjutkan jenjang sekolah menengah pertama di SMP Negeri 2 Grogol dan lulus pada tahun 2011. Penulis juga melanjutkan jenjang sekolah menengah atas di SMAK St. Augustinus Kediri, dan lulus pada tahun 2014. Kelulusan itulah yang mengantarkan penulis untuk melanjutkan pendidikan di Universitas Brawijaya Malang, Fakultas Pertanian hingga penulis mendapatkan gelar sarjana pertanian.

Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif dalam berbagai organisasi dan kepanitiaan sejak semester awal perkuliahan. Penulis juga pernah bergabung menjadi staf muda BEM pada tahun 2014, dan menjadi staf tetap BEM pada tahun 2015, serta menjadi pengurus tetap KMK St. Benedictus pada tahun 2016. Selain itu penulis juga menjadi anggota dari organisasi FORKANO, dan KMK (2014-2018), serta Himapta (2016-2018). Penulis pernah mengikuti banyak kepanitiaan dengan berbagai jabatan, selain itu penulis juga pernah menjadi asisten praktikum dan asisten dosen. Penulis melaksanakan magang di Yayasan Bina Sarana Bhakti Cisarua, Bogor (2017).



## DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN.....	iii
LEMBAR PERETUJUAN .....	iv
LEMBAR PENGESAHAN .....	v
LEMBAR PERSEMBAHAN .....	vi
RINGKASAN .....	vii
SUMMARY .....	viii
KATA PENGANTAR .....	ix
RIWAYAT HIDUP .....	x
DAFTAR ISI .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL .....	xiv
<b>I. PENDAHULUAN</b>	
<b>Error! Bookmark not defined.</b>	
1.1 Latar Belakang .....	Er
<b>Error! Bookmark not defined.</b>	
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	Er
<b>Error! Bookmark not defined.</b>	
1.4 Hipotesis .....	Er
<b>Error! Bookmark not defined.</b>	
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
<b>Error! Bookmark not defined.</b>	
2.1 Semut .....	4
2.1.1 Morfologi Semut .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1.2 Siklus Hidup Semut .....	5
2.1.3 Pembagian Kasta Semut .....	5
2.1.4 Jenis-Jenis Semut .....	6
2.2 Pengaruh Tipe Penggunaan Lahan Terhadap Keanekaragaman Semut .....	7
2.3 Hutan Pendidikan “UB Forest” .....	8
<b>III. METODE PENELITIAN</b>	
<b>Error! Bookmark not defined.</b>	

3.1 Waktu dan Tempat .....	Er
<b>ror! Bookmark not defined.</b>	
3.2 Alat dan Bahan .....	Er
<b>ror! Bookmark not defined.</b>	
3.3 Pelaksanaan Penelitian .....	Er
<b>ror! Bookmark not defined.</b>	
3.3.1 Penentuan lokasi dan plot pengamatan	
<b>Error! Bookmark not defined.</b>	
3.3.2 Pemasangan dan Pengambilan Sampel	
<b>Error! Bookmark not defined.</b>	
3.4 Pengawetan dan Identifikasi Semut .....	Er
<b>ror! Bookmark not defined.</b>	
3.5 Analisis Data.....	14
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>17</b>
4.1 Keanekaragaman Jenis Semut yang Terdapat di Hutan Pendidikan	
“UB Forest”, Malang .....	Er
<b>ror! Bookmark not defined.7</b>	
4.2 Perbedaan Komposisi Semut pada Berbagai Tipe Penggunaan Lahan	
di “UB Forest” .....	21
<b>V. PENUTUP .....</b>	<b>25</b>
5.1 Kesimpulan .....	25
5.2 Saran .....	25
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>26</b>

## DAFTAR GAMBAR

No.	Teks	Halaman
1.	Morfologi Semut.....	4
2.	Contoh Jenis Semut Berdasarkan Spesies.....	7
3.	Peta Lokasi Hutan Pendidikan “ <i>UB Forest</i> ” di Kecamatan Karangploso, Malang .....	9
4.	Peta Plot Pengamatan di Dusun Sumbersari dan Dusun Buntoro, Malang ....	12
5.	Diagram Pengamatan Plot Contoh.....	12
6.	Pemasangan Perangkat <i>Pitfall</i> di Plot.....	13
7.	Keanekaragaman Semut pada Berbagai Tipe Penggunaan Lahan di “ <i>UB Forest</i> ” .....	20
8.	Hasil Analisis Non-Metric Multidimensional Scalling Kemiripan Komposisi Spesies Semut pada Berbagai Tipe Penggunaan Lahan .....	23
Lampiran		
1.	Tipe Penggunaan Lahan di “ <i>UB Forest</i> ”, Malang .....	30
2.	Spesies Semut yang Ditemukan Pada Berbagai Tipe Penggunaan Lahan di “ <i>UB Forest</i> ” .....	31
3.	Pemasangan Perangkat <i>Pitfall</i> .....	35
4.	Kanopi Vegetasi pada Berbagai Tipe Penggunaan Lahan di “ <i>UB Forest</i> ” .....	36

## DAFTAR TABEL

No.	Teks	Halaman
1.	Letak Geografis Tiap Plot Pengamatan.....	11
2.	Keanekaragaman Semut pada Berbagai Tipe Penggunaan Lahan.....	17
3.	Indeks Keanekaragaman dan Kemerataan Semut pada Berbagai Tipe Penggunaan Lahan.....	19
4.	Hasil Analisis Korelasi Semut Terhadap Tipe Vegetasi dan Kanopi.....	21
4.	Nilai Komposisi Kemiripan Spesies Semut pada Berbagai Tipe Penggunaan Lahan di " <i>UB Forest</i> " .....	22

### Lampiran

1.	Analisis Ragam Kekayaan Spesies Semut (Hymenoptera : Formicidae) pada Berbagai Tipe Penggunaan Lahan di " <i>UB Forest</i> " .....	37
2.	Analisis Ragam Kelimpahan Individu Semut (Hymenoptera : Formicidae) pada Berbagai Tipe Penggunaan Lahan di " <i>UB Forest</i> " .....	37
3.	Analisis Ragam Kekayaan Spesies Vegetasi pada Berbagai Tipe Penggunaan Lahan di " <i>UB Forest</i> " .....	37
4.	Presentase Kanopi pada Berbagai Tipe Penggunaan Lahan di " <i>UB Forest</i> " ..	37
5.	Keanekaragaman Vegetasi pada Berbagai Tipe Penggunaan Lahan di " <i>UB Forest</i> " .....	38
6.	Pengelompokan Semut Berdasarkan Spesies Tramp dan Spesies Non Tramp	39



## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Seiring dengan perkembangan manusia yang menyebabkan semakin meningkatnya kebutuhan akan tempat tinggal dan makanan dapat menimbulkan terjadinya alih fungsi hutan. Alih fungsi hutan sendiri merupakan perubahan dari fungsi utama hutan menjadi fungsi non hutan seperti dijadikan areal pemukiman, lahan pertanian, atau perkebunan. Menurut Fransina (2011), konversi ekosistem hutan lindung merupakan penyebab hilangnya keanekaragaman hayati dan menjadi sumber ancaman terhadap fungsi ekosistem dan penggunaan lahan yang berkelanjutan. Alih fungsi hutan menjadi lahan non hutan juga berperan dalam perubahan ekosistem serta spesies binatang dan serangga yang ada di dalamnya. Menurut Latumahina dan Anggraeni (2010), alih fungsi kawasan dapat menjadi faktor pembatas yang mempengaruhi ketersediaan sumber pakan, tempat beraktivitas, tempat berlindung dan tempat reproduksi bagi serangga dimana apabila habitat suatu jenis serangga mengalami gangguan, maka serangga akan berpindah mencari habitat baru yang sesuai dengan kebutuhannya.

Salah satu jenis fauna yang menarik untuk dikaji yaitu serangga, karena terdapat beberapa jenis serangga yang merupakan indikator kesehatan dari hutan atau lahan non hutan. Serangga merupakan bio-indikator kesehatan hutan, penggunaan serangga sebagai indikator akhir-akhir ini dirasakan semakin penting dengan tujuan utama untuk menggambarkan adanya keterkaitan dengan kondisi faktor biotik dan abiotik lingkungan (Speight *et al.*, 1999). Sedangkan menurut Jones dan Eggleton (2000), sejumlah kelompok serangga seperti kumbang, semut, kupu-kupu, dan rayap memberikan respon yang khas terhadap tingkat kerusakan hutan sehingga memiliki potensi sebagai spesies indikator untuk mendeteksi perubahan lingkungan akibat konversi hutan oleh manusia yang sekaligus menjadi indikator kesehatan hutan. Salah satu jenis serangga yang sering dijadikan indikator kesehatan dan keberlanjutan di lahan yaitu semut.

Jenis serangga yang paling mudah dijumpai dan memiliki jumlah yang banyak di lahan adalah semut. Menurut Shattuck (1999), semut merupakan makrofauna tanah yang berpotensi memanfaatkan perubahan habitat serta merupakan salah satu jenis serangga yang sangat mudah ditemui dan memiliki populasi cukup stabil sepanjang musim dan tahun. Jumlah semut yang banyak dan stabil menjadikan salah satu koloni serangga yang penting dalam ekosistem,



sehingga semut seringkali digunakan sebagai indikator di lingkungan alami atau yang telah mengalami perubahan penggunaan lahan seperti kebakaran hutan, gangguan terhadap vegetasi, penebangan hutan, pertambangan, pembuangan limbah, dan faktor penggunaan lahan (Wang, 2000). Selain itu menurut Holldobler dan Wilson (1990), semut memiliki peran yang penting pada suatu ekosistem. Keberadaan semut mampu mengindikasikan kesehatan suatu ekosistem dan memberikan gambaran pada kehadiran organisme lain, karena banyaknya interaksi semut dengan berbagai tumbuhan maupun hewan lain.

Oleh sebab itu beberapa peneliti telah tertarik untuk mengkaji lebih lanjut mengenai semut. Dalam penelitian sebelumnya oleh Riarmanto (2016) tentang keanekaragaman dan peranan semut pada pertanaman kopi di “UB Forest” Malang, memiliki hasil bahwa pada lahan kopi masih ditemukan *Odontoponera transversa* yang berarti bahwa pada habitat tersebut masih bagus dan belum terganggu. Namun dalam penelitian tersebut hanya memberikan informasi keanekaragaman semut pada lahan kopi, dan belum ada penelitian lanjutan mengenai keanekaragaman semut pada berbagai jenis tipe penggunaan lahan yang ada di “UB Forest”.

Hutan pendidikan “UB Forest” terletak di Kecamatan Karangploso Malang (pusreimbang SDM, 2017), memiliki tipe penggunaan lahan yang berbeda-beda seperti lahan agroforestri pinus dengan tanaman semusim, agroforestri pinus dengan tanaman kopi, agroforestri mahoni dengan tanaman kopi, agroforestri mahoni dengan tanaman talas, serta masih terdapat lahan yang menjadi hutan alami atau lebih dikenal dengan kawasan lindung. Tentu saja hal ini akan lebih menarik jika dilakukan penelitian mengenai keanekaragaman semut supaya didapatkan data resmi mengenai semut sebagai indikator keberlanjutan di lahan “UB Forest”.

## 1.2 Rumusan Masalah

“UB Forest” merupakan salah satu hutan produksi dengan berbagai tipe penggunaan lahan dan terdapat berbagai jenis serangga di dalamnya. Namun pada setiap tahun cenderung mengalami perubahan jenis vegetasi yang ditanam sehingga dapat mempengaruhi ekosistem dan serangga khususnya semut yang menjadi salah satu bio indikator kesehatan hutan. Oleh sebab itu perlu dilakukan studi mengenai keanekaragaman semut agar dapat dijadikan data dasar dalam melakukan konservasi lingkungan.

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini diantaranya adalah:

1. Mengetahui keanekaragaman semut pada berbagai tipe penggunaan lahan di hutan pendidikan "*UB Forest*", Malang.
2. Mengetahui kemiripan komposisi semut pada berbagai tipe penggunaan lahan di "*UB Forest*".

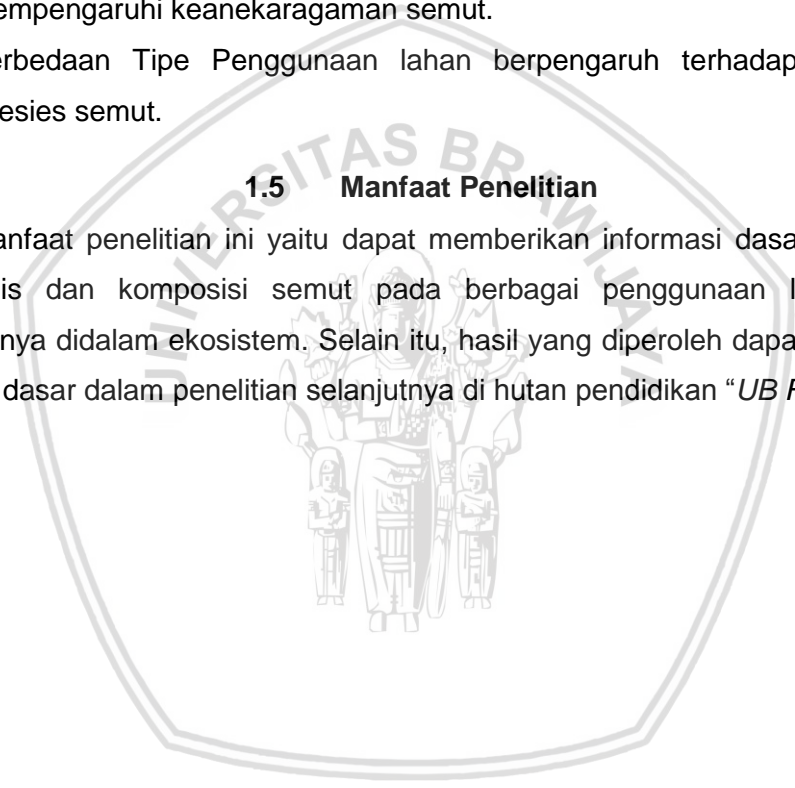
### 1.4 Hipotesis

Hipotesis yang diajukan pada penelitian ini yaitu:

1. Perbedaan tipe penggunaan lahan di hutan pendidikan akan mempengaruhi keanekaragaman semut.
2. Perbedaan Tipe Penggunaan lahan berpengaruh terhadap komposisi spesies semut.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini yaitu dapat memberikan informasi dasar mengenai jenis-jenis dan komposisi semut pada berbagai penggunaan lahan serta peranannya didalam ekosistem. Selain itu, hasil yang diperoleh dapat digunakan sebagai dasar dalam penelitian selanjutnya di hutan pendidikan "*UB Forest*".

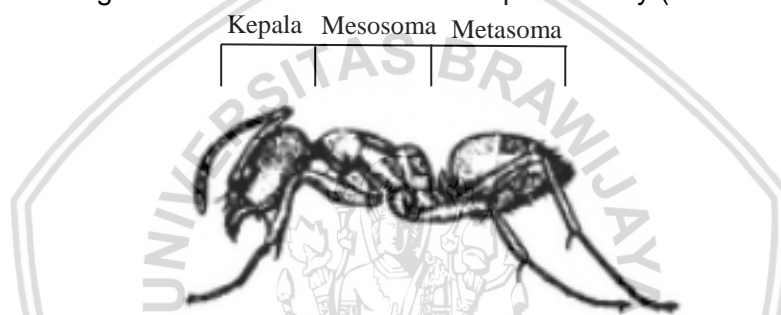


## I. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Semut

#### 2.1.1 Morfologi Semut

Semut merupakan salah satu serangga yang termasuk dalam famili Formicidae dan ordo Hymenoptera. Lebih dari 15.000 jenis semut yang ada di dunia, hal ini didukung oleh pernyataan dari Bolton (1994) di dunia ada 16 subfamili, sekitar 300 genus dan sekitar 15.000 spesies. Tubuh semut memiliki 3 bagian utama yaitu caput (kepala), thorax (dada), dan abdomen (perut) (Gambar 1). Pada beberapa spesies semut, pada bagian abdomen sering ditemukan node (penggantungan) yang merupakan ruas ke 2 dan ke 3 abdomen yang dapat digunakan sebagai awal identifikasi dalam tahap subfamily (Hasmi *et al.*, 2006).



Gambar 1. Morfologi Semut (Holldobler and Wilson, 1990)

Pada kepala semut terdapat banyak organ sensor. Semut, layaknya serangga lainnya, memiliki mata majemuk yang terdiri dari kumpulan lensa mata yang lebih kecil dan tergabung untuk mendeteksi gerakan dengan sangat baik. Pada kepalanya juga terdapat sepasang antena yang membantu semut mendeteksi rangsangan kimiawi. Antena semut juga digunakan untuk berkomunikasi satu sama lain dan mendeteksi feromon yang dikeluarkan oleh semut lain. Selain itu, antena semut juga berguna sebagai alat peraba untuk mendeteksi segala sesuatu yang berada di depannya (Suhara, 2009). Pada bagian depan kepala semut juga terdapat sepasang rahang atau mandibula yang digunakan untuk membawa makanan, memanipulasi objek, membangun sarang, dan untuk pertahanan. Tubuh semut memiliki *eksoskeleton* atau kerangka luar yang memberikan perlindungan dan juga sebagai tempat menempelnya otot. Semut memiliki lubang-lubang pernapasan di bagian dada yang bernama spirakel untuk sirkulasi udara dalam sistem respirasi (Borror *et al.*, 1992). Bagian metasoma (perut) semut terdapat banyak organ dalam yang penting, termasuk organ reproduksi. Beberapa spesies semut memiliki sengat yang terhubung

dengan semacam kelenjar beracun untuk melumpuhkan mangsa dan melindungi sarangnya (Hadi *et al.*, 2009).

### 2.1.2 Siklus Hidup Semut

Semut merupakan serangga Hymenoptera yang pada umumnya memiliki metamorfosis sempurna. Menurut Hadi *et al.* (2009), metamorfosis sempurna terbagi menjadi 4 tahapan perkembangan siklus hidupnya yang dimulai dari telur-larva-pupa-imago.

#### a. Telur

Telur semut berwarna putih, berbentuk lonjong, memiliki panjang sekitar 1,0 - 1,5 mm dan lama fase telur adalah 14 hari. Telur diproduksi 10 - 20 hari setelah kopulasi antara ratu dan semut jantan. Produksi telur semut hitam rata-rata 1.300 - 1.700 butir per tahun. Telur-telur tersebut diletakkan di dalam sarangnya yang berada di lubang-lubang pohon atau di balik dedaunan (Cadapan *et al.*, 1990).

#### b. Larva

Telur semut yang menetas akan menjadi larva, larva semut berwarna putih seperti belatung, dan lama fase larva adalah 15 hari. Larva semut mendapatkan pakan berupa cairan ludah dari kelenjar saliva ratu, dari cadangan lemak otot terbang ratu, atau diberi makan oleh semut pekerja. Fase larva merupakan fase aktif makan karena pada fase ini mereka harus menyimpan energi yang cukup untuk memasuki fase pupa (Hasmi *et al.*, 2006).

#### c. Pupa

Pupa semut hitam berwarna putih, tidak terbungkus kokon seperti kebanyakan serangga yang lain, dan lama fase pupa adalah 14 hari. Pada saat berbentuk pupa, semut hitam mengalami periode tidak makan atau *non-feeding periode* (Cadapan *et al.*, 1990).

#### d. Imago

Imago merupakan fase terakhir semut dan berwarna hitam, organ tubuh akan mulai berfungsi, dan terpisah menurut kastanya. Menurut Pracaya (2005), setiap koloni lebih banyak menghasilkan pekerja dari pada kasta-kasta yang lain pada awal-awal terbentuknya koloni yang bertujuan untuk meringankan tugas ratu karena sebagian besar aktivitas koloni akan dilaksanakan oleh pekerja.

### 2.1.3 Pembagian Kasta Semut

Pada umumnya semut terdapat 3 kasta yaitu ratu, pejantan, dan prajurit. Setiap kasta semut mempunyai tugas yang berbeda-beda, akan tetapi tetap

saling berinteraksi dan bekerja sama demi kelangsungan hidupnya (Hadi *et al.*, 2009). Pembagian tergantung pada jumlah makanan yang diterima ketika semut masih stadium larva. Menurut Pracaya (2005), semut muda yang diarahkan untuk mengemban tugas memperbanyak koloni atau menjadi ratu, menerima pakan yang kaya putih telur (protein), sedangkan calon pekerja menerima makanan yang banyak mengandung karbohidrat. Menurut Hadi *et al.*, 2009; dan Pracaya, 2005, pembagian 3 kasta semut terdiri atas:

Semut ratu memiliki tubuh yang lebih besar dari pada anggota koloni yang lain, panjangnya sekitar 4,9 mm, komponen-komponen mata berkembang dengan sempurna, dan memiliki mekanisme terbang berupa sayap yang telah berkembang dengan baik sejak memasuki fase imago. Dalam satu koloni biasanya terdapat lebih dari seekor ratu. Pada setiap 100 - 200 semut pekerja biasanya terdapat seekor ratu yang memiliki bau yang khas yang disebut dengan feromon.

Semut jantan berukuran lebih kecil daripada semut ratu, berwarna kehitam-hitaman, mempunyai antena dan sayap seperti ratu, dan komponen-komponen mata telah berkembang sempurna. Semut jantan jumlahnya lebih banyak daripada ratu, akan tetapi masa hidup semut jantan lebih singkat. Menurut Kalshoven (1981), Semut jantan pada umumnya memiliki tubuh yang lebih kecil dari pada semut ratu, memiliki sayap dan komponen-komponen mata yang terbentuk sempurna seperti semut ratu. Semut jantan memiliki masa hidup yang lebih singkat dari semut ratu. Jumlah semut jantan pada koloni lebih banyak dari pada semut ratu.

Semut pekerja memiliki ciri-ciri kaki berwarna cokelat, thorax mereduksi, dan tidak memiliki sayap, antena berwarna cokelat, memiliki sengat, rahang kuat, dan kelenjar yang dapat menghasilkan asam formiat yang berfungsi sebagai alat pertahanan untuk melawan musuh dan melindungi diri serta koloninya. Semut pekerja merupakan semut betina steril dan terbagi menjadi beberapa kelompok berdasarkan ukuran tubuhnya. Tugas dari semut pekerja ini yaitu mencari makanan, membangun sarang, memberi makan larva dan ratu, dan memelihara sarang.

#### **2.1.4 Jenis-Jenis Semut**

Semut mampu beradaptasi dengan lingkungannya, berukuran kecil, memiliki kemampuan bereproduksi lebih besar dalam waktu singkat, memiliki keanekaragaman luar biasa dalam ukuran, bentuk dan perilaku. Menurut Agosti



et al. (2000), semut menyusun kurang lebih 10% total biomasa dalam hutan tropis, padang rumput dan tempat lain, dari 10.000 jenis semut yang telah diuraikan terdapat sebanyak 1,0% adalah hama terutama di daerah Asia. Beberapa jenis semut sangat dikenal oleh manusia karena hidup bersama-sama dengan manusia, seperti semut hitam (*Dolichoderus thoracicus*), semut api (*Solenopsis* sp.), dan semut rangrang (*Oecophylla smaragdina*).

Pulau Kalimantan memiliki sekitar 9 subFamili, 94 genus dan lebih dari 1000 spesies semut (Gambar 2) (Hashimoto, 2003). Jadi pulau Kalimantan mungkin memiliki perwakilan sekitar 30% dari genus dan sekitar 7% dari spesies, meskipun wilayah Kalimantan kurang dari 0,5% dari tanah bumi. Ishakidris, Loweriella, Secostruma, Tetheamyrm, mungkin merupakan semut endemik dari pulau Kalimantan.



Gambar 2. Contoh Jenis Semut Berdasarkan Spesies, (a) *Dolichoderus thoracicus*, (b) *Solenopsis* sp (Chittka et al.,2012)

## 2.2 Pengaruh Tipe Penggunaan Lahan terhadap Keanekaragaman Semut

Semakin meningkatnya kebutuhan manusia dapat mendorong terjadi perubahan fungsi hutan menjadi non hutan supaya mampu memenuhi kebutuhan manusia. Perubahan fungsi hutan menjadi non hutan dapat menyebabkan terganggunya suatu ekosistem didalamnya. Menurut Fransina (2011), akibat dari konversi hutan lindung secara ekologis berpengaruh terhadap struktur, komposisi dan fungsi dari hutan lindung. Tutupan vegetasi semakin berkurang, fauna kehilangan habitat, serta menyebabkan kematian flora dan fauna.

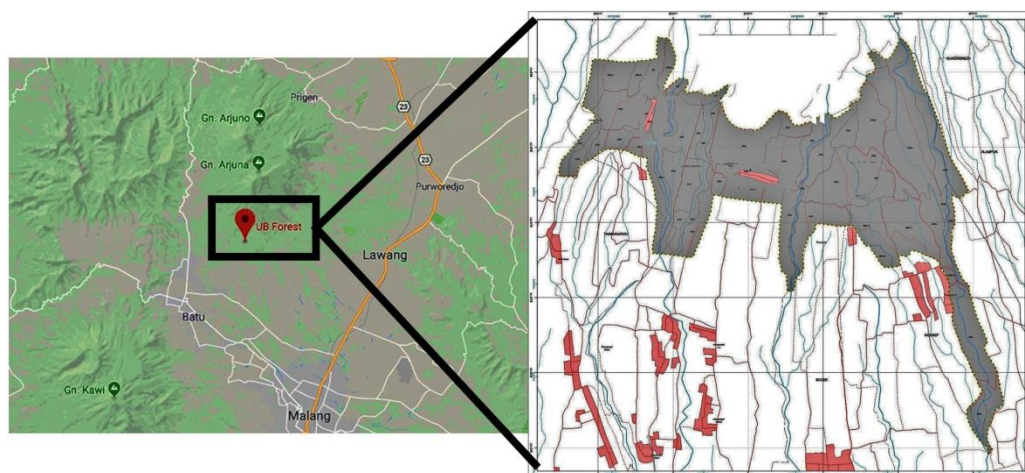
Salah satu cara untuk mengetahui keberlanjutan dari suatu ekosistem dapat dilihat dari keberadaan serangga didalamnya. Salah satu serangga yang menjadi indikator keberlanjutan di lahan adalah semut karena serangga ini mudah ditemukan diberbagai jenis ekosistem. Menurut Wilson (1971), semut



dapat berperan sebagai indikator ekologi untuk menilai kondisi ekosistem karena semut mudah dikoleksi, menyebar dalam jumlah yang banyak dalam suatu lokasi dan memungkinkan untuk diidentifikasi. Keanekaragaman semut dapat menjadi indikator kestabilan ekosistem karena semakin tinggi keragaman semut maka rantai makanan dan proses ekologis seperti pemangsaan, parasitisme, kompetisi, simbiosis dan predasi dalam ekosistem semakin kompleks dan bervariasi sehingga berpeluang menciptakan keseimbangan dan kestabilan dalam ekosistem. Dalam penelitian Fransina (2011), alih fungsi lahan juga mempengaruhi keanekaragaman jenis semut. Hutan alami mempunyai keanekaragaman semut terbesar yaitu ditemukan 30 jenis semut, sedangkan keanekaragaman terkecil terdapat di areal pemukiman penduduk yaitu hanya 5 jenis semut. Penggunaan lahan juga mempengaruhi ketersediaan pakan dan iklim mikro di tiap tipe habitat sehingga mempengaruhi keragaman semut yang hidup didalamnya.

### 2.3 Hutan Pendidikan “*UB Forest*”

Universitas Brawijaya telah resmi memiliki hutan pendidikan seluas 544,74 hektare yang telah ditetapkan oleh Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan pada tanggal 19 September 2016 berdasarkan Surat Keputusan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor: 676/MenLHK-Sekjen/2015. Hutan pendidikan Universitas Brawijaya dikenal sebagai “*UB Forest*”, terdiri atas hutan konservasi dan hutan produk. Jenis tanaman yang mendominasi di kawasan hutan produksi yaitu tanaman pinus, sedangkan tanaman bawah tegakan ditanami dengan kopi, jahe, wortel, sawi, dan jenis sayuran lainnya oleh masyarakat setempat. Hutan pendidikan Universitas Brawijaya sendiri terletak di lereng Gunung Arjuno tepatnya di Dusun Summersari, Desa Tawang Argo dan Desa Karangploso, Kecamatan Karangploso, Kabupaten Malang (Gambar 3) pada ketinggian 1200 mdpl (pusrembang SDM, 2017). Pencanangan hutan pendidikan merupakan bentuk pengabdian masyarakat civitas akademika UB, dengan adanya hutan pendidikan diharapkan mampu menjadi lahan penelitian bagi mahasiswa sehingga dapat melahirkan produk yang bersaing di tingkat nasional maupun internasional. Selain itu dengan adanya hutan pendidikan produktivitas serta penghasilan masyarakat sekitar Gunung Arjuno dapat meningkat.



Gambar 3. Peta Lokasi Hutan Pendidikan “UB Forest” di Kecamatan Karangploso Malang.



## I. METODE PENELITIAN

### 3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan mulai bulan November 2017 hingga Januari 2018 untuk pengambilan sampel di “*UB Forest*” tepatnya pada Dusun Sumpersari dan Dusun Buntoro, Karangploso, Malang. Sedangkan pada bulan Februari hingga Maret 2018 dilakukan pensortiran dan identifikasi jenis-jenis semut yang telah ditemukan di Laboratorium Hama Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.

### 3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu gelas plastik dengan diameter 7,3 cm, gunting, tali raffia, jirigen, tabung plastik (*ependorf tube*), pinset, lup (kaca pembesar), cawan petri, mikroskop stereo, botol serangga, alat tulis, kuas, plastik, kertas label, saringan, dan kamera digital. Adapun bahan yang digunakan yaitu garam, alkohol 70%, dan sabun.

### 3.3 Pelaksanaan Penelitian

#### 3.3.1 Penentuan Lokasi dan Plot Pengamatan

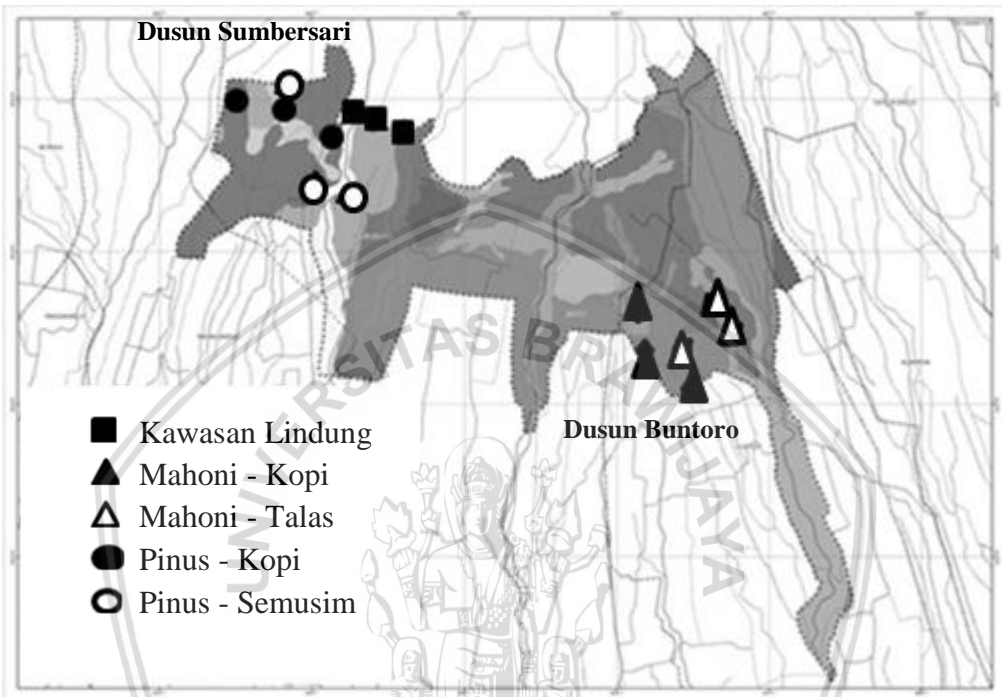
Survei lahan dilakukan untuk menentukan lokasi penelitian dengan cara mendatangi lahan dan selanjutnya diidentifikasi tipe habitatnya. Plot penelitian pada kawasan “*UB Forest*” (Gambar 4) dikelompokkan menjadi 5 tipe penggunaan lahan, yaitu lahan agroforestri pinus dengan tanaman semusim (PS), agroforestri pinus dengan kopi (PK), agroforestri mahoni dengan talas (MT), agroforestri mahoni dengan kopi (MK), dan kawasan lindung (KL) (Gambar 3) (Gambar Lampiran 1). Tipe penggunaan lahan agroforestri mahoni dengan kopi, agroforestri mahoni dengan talas, dan agroforestri pinus dengan tanaman semusim termasuk ke dalam kelas umur 8 (36-40 tahun), sedangkan tipe penggunaan lahan agroforestri pinus dengan kopi termasuk ke dalam kelas umur 7 (31-50 tahun). Setiap tipe penggunaan lahan ditentukan 3 plot untuk pengambilan sampel semut dan dilakukan penandaan (Tabel 1). Luas masing-masing plot pengamatan yaitu 20 m x 20 m (Gambar 5). Pada masing-masing plot dibagi menjadi 4 sub plot yang berukuran 5 m x 5 m, masing-masing sub plot berada dipinggir plot. Penentuan masing-masing sub plot minimal berjarak 5 m. Dalam 1 sub plot dibagi menjadi 4 unit sampling yang diletakkan pada setiap

pinggirnya, unit sampling merupakan titik bagian dari sub plot yang nantinya berfungsi untuk penempatan perangkat *pitfall trap*.

Tabel 1. Letak Geografis Tiap Plot Pengamatan.

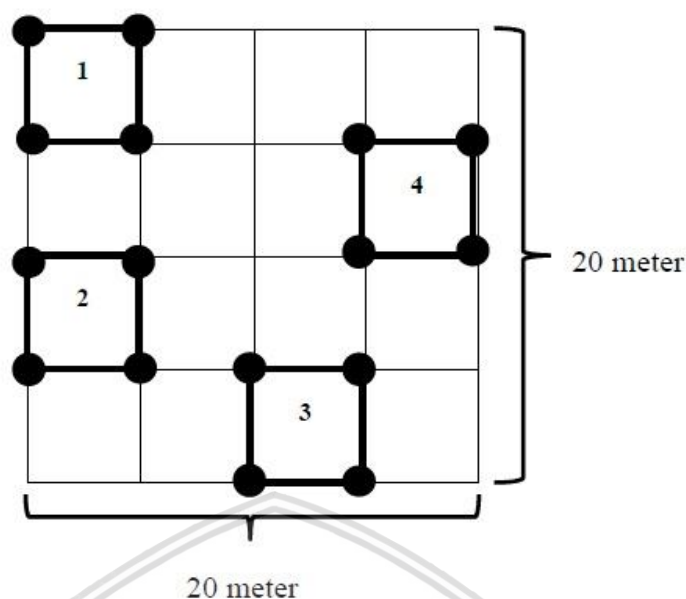
Penggunaan lahan	Plot	Lokasi Pengamatan	Koordinat	Elevasi (mdpl)
Kawasan Lindung	KL1	Dusun Sumpersari	07.82354° LS 112.58052° BT	1250
	KL2		07.82240° LS 112.58123° BT	1254
	KL3		07.82454° LS 112.58356° BT	1256
Mahoni-Kopi	MK1	Dusun Buntoro	07.83610° LS 112.59802° BT	1057
	MK2		07.83739° LS 112.59955° BT	1053
	MK3		07.83792° LS 112.60060° BT	1046
Mahoni-Talas	MT1		07.83660° LS 112.59798° BT	1055
	MT2		07.83753° LS 112.59949° BT	1050
	MT3		07.83844° LS 112.60060° BT	1043
Pinus-Kopi	PK1	Dusun Sumpersari	07.82494° LS 112.57948° BT	1235
	PK2		07.82404° LS 112.57744° BT	1247
	PK3		07.82184° LS 112.57332° BT	1261
Pinus - Semusim	PS1		07.82344° LS 112.57625° BT	1250

PS2	07.82134° LS 112.57456° BT	1277
PS3	07.82305° LS 112.57406° BT	1247



Gambar 4. Peta Plot pengamatan di Dusun Sumbersari dan Dusun Buntoro.



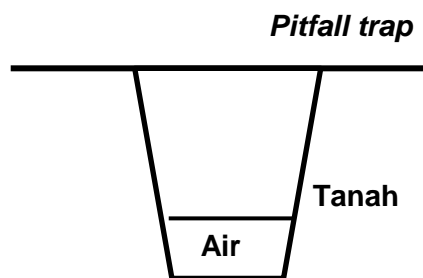


Gambar 5. Diagram Pengamatan Plot Contoh Berukuran 20 m x 20 m, Didalamnya Terdapat 4 Sub Plot Berukuran 5 m x 5 m. □ Plot, □ Sub Plot, ● Perangkap.

### 3.3.2 Pemasangan dan Pengambilan Sampel

Penelitian ini dibagi menjadi dua tahap yaitu pengambilan sampel dilahan dan selanjutnya disortir dan diidentifikasi di laboratorium. Pengambilan sampel dilahan menggunakan metode *pitfall trap*, menggunakan gelas plastik yang berdiameter 7,3 cm (Gambar Lampiran 3). Didalam gelas plastik tersebut diisi dengan air sabun sebanyak sepertiga dari tinggi gelas plastik. Air sabun yang digunakan merupakan campuran dari 1 tetes sabun ditambah dengan 1 liter air, dan garam secukupnya. *Pitfall trap* akan dipasang didalam tanah hingga permukaan gelas sejajar dengan tinggi tanah (Gambar 6), *pitfall trap* yang ada dilahan dipasang selama 1 x 24 jam, dan diulang sebanyak 3 kali secara berturut-turut. Setelah dipasang trap selama 1 x 24 jam, maka semua serangga yang terperangkap didalam *pitfall* akan disaring dengan menggunakan saringan yang berwarna putih, selanjutnya serangga akan dipindah kedalam botol serangga yang sudah berisi alkohol 70 % dan diberi label pengamatan.





Gambar 6. Pemasangan Perangkat *Pitfall* di Plot.

### 3.4 Pengawetan dan Identifikasi Semut

Setelah sampel dilahan terkumpul semua, maka tahap selanjutnya yang akan dilakukan yaitu pengawetan atau koleksi serangga. Pengawetan semut dilakukan dengan menggunakan teknik awetan basah menggunakan alkohol, tujuan pengawetan ini yaitu supaya semut yang dapat disimpan dalam jangka waktu yang panjang serta semut tidak membusuk. Setelah dilakukan pengawetan maka tahapan berikutnya adalah pensortiran semut, hal ini dilakukan dengan tujuan untuk memisahkan semut berdasarkan subfamili agar mempermudah dalam proses identifikasi. Pensortiran dilakukan dengan menggunakan cawan petri sebagai wadah spesimen, apabila menemukan subfamili semut yang berbeda maka semut tersebut dimasukkan dalam eppendorf tube yang sudah berisi alkohol 70 % dan diberi label, pengambilan semut menggunakan pinset atau kuas halus agar tidak merusak semut.

Tahapan selanjutnya yaitu identifikasi semut, semut yang sudah disortir diidentifikasi menggunakan mikroskop stereo di laboratorium Hama Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Seluruh spesimen semut diidentifikasi sampai tingkat morfospesies dengan mengacu pada buku *Identification Guide to The Ant Genera of Borneo* (Hashimoto 2003).

### 3.5 Analisis Data

Pengukuran keanekaragaman spesies semut pada setiap tipe penggunaan lahan di “*UB Forest*” dapat dihitung dengan menggunakan rumus indeks keanekaragaman Shannon-Wiener ( $H'$ ), indeks kemerataan Shannon-Wiener ( $E$ ), dan dominansi spesies pada tiap lokasi dapat dihitung dengan rumus Indeks Simpson ( $D$ ) (Magurran 2004). Menurut Wilhm dan Dorris (1968), kriteria indeks keanekaragaman Shannon-Wiener ( $H'$ ) yaitu  $H' < 1$  termasuk keanekaragaman rendah,  $1 < H' \leq 3$  termasuk keanekaragaman sedang, sedangkan  $H' > 3$  termasuk keanekaragaman tinggi. Kriteria indeks kemerataan Shannon-

Wiener (E) yaitu Jika E mendekati 0 menunjukkan jumlah individu yang dimiliki spesies sangat jauh berbeda, sedangkan jika E mendekati 1 menunjukkan jumlah tiap jenis relatif sama. Sedangkan kriteria indeks dominansi Simpson (D) yaitu apabila  $D = 0$  tidak terjadi dominansi dan struktur komunitas dalam keadaan stabil dan sebaliknya  $D = 1$  menunjukkan terjadi dominansi karena terjadi tekanan ekologis. Hasil antar habitat yang berbeda dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA). Apabila nilai P pada uji ANOVA menunjukkan hasil dibawah  $\alpha$  (0,05), maka menunjukkan hasil berbeda nyata atau perbedaan penggunaan lahan berpengaruh terhadap semut yang ada didalamnya.

Indeks Shannon-Wiener

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

Indeks Simpson

$$D = \sum \frac{n_i (n_i - 1)}{N (N - 1)}$$

$$E = H' / \ln (s)$$

Keterangan :

$H'$  = Indeks Shannon-Wiener

$P_i$  = proporsi individu yang ditemukan pada spesies ke-i

$S$  = jumlah spesies

$D$  = Indeks Simpson

$n_i$  = jumlah individu pada spesies ke-i

$N$  = jumlah total individu yang ditemukan

$E$  = Indeks kemerataan jenis.

$\ln$  = Logaritma natural.

Sedangkan untuk mengukur komposisi kemiripan spesies semut pada berbagai tipe penggunaan lahan menggunakan indeks Bray-Curtis (Magurran 2004). Jika nilai kemiripan mendekati angka 1 maka tipe penggunaan lahan tersebut memiliki komposisi yang sama. Hal ini sesuai dengan pernyataan Wilhm dan Dorris (1968), jika indeks kemiripan mendekati 1 maka tingkat kesamaan tinggi, jika indeks kemiripan mendekati 0 maka menunjukkan tingkat kesamaan rendah. Untuk mengetahui hasil kemiripan semut pada berbagai tipe penggunaan lahan akan menggunakan uji ANOSIM, jika nilai P pada ANOSIM dibawah  $\alpha$  (0,05) maka hasil menunjukkan bahwa berbeda nyata.

$$C_N = \frac{2jN}{(Na + Nb)}$$

Keterangan :

$C_N$  = Indeks Bray-Curtis

$2jN$  = jumlah kelimpahan spesies terendah yang ditemukan pada 2 lokasi

$Na$  = jumlah individu pada lokasi A

$Nb$  = jumlah individu pada lokasi B

Sedangkan untuk perbedaan komposisi semut dianalisis menggunakan analisis *Non Metric multidimensional scaling* (NMDS) dan disajikan dalam bentuk diagram. Apabila diagram tersebut mempunyai jarak yang dekat maka komposisi semut pada plot sama, begitu juga sebaliknya jika diagram mempunyai jarak yang jauh maka komposisi semut plot tersebut berbeda. Nilai stress di gunakan untuk melihat apakah hasil output mendekati keadaan yang sebenarnya atau tidak. Apabila nilai stress mendekati nilai 0 maka output yang dihasilkan semakin mirip dengan keadaan yang sebenarnya. Menurut Clarke (1993), terdapat kriteria nilai stress yaitu nilai stress  $< 0,05$  merupakan plot yang sempurna, dengan kemungkinan tidak ada kesalahan dalam menginterpretasikannya. Nilai stress = 0,15 menggambarkan plot yang cukup akurat dengan tingkat kesalahan interpretasi rendah. Nilai stress  $< 0,2$  menggambarkan plot kurang baik untuk digunakan. Nilai stress  $> 0,2$  sangat besar kemungkinan terjadi kesalahan dalam menginterpretasikannya.

Pengukuran korelasi antar kelimpahan individu serta kekayaan spesies semut dengan tipe vegetasi dan kanopi menggunakan Analisis Korelasi Pearson Product Moment ( $r$  dan  $p$ ). Menurut Sugiyono (2005), bahwa arah korelasi (-) menunjukkan bahwa hubungan kedua variabel dengan keanekaragaman berlawanan arah, artinya kenaikan satu variabel maka akan menyebabkan variabel lain menurun. Sebaliknya arah (+) menunjukkan bahwa kenaikan suatu variabel akan menyebabkan variabel lain ikut naik. Interval koefisien 0,40-0,599 menunjukkan tingkat hubungan sedang, interval koefisien 0,60-0,799 tingkat hubungan kuat dan interval koefisien 0,80-1,00 menunjukkan tingkat hubungan sangat kuat. Pengambilan data vegetasi dilakukan dengan cara melakukan survey dan mendata seluruh vegetasi yang ada pada setiap tipe penggunaan lahan. Vegetasi yang ditemukan diidentifikasi menggunakan kunci identifikasi Zhenghao Xu dan Guoning Zhou (2017). Sedangkan untuk pengambilan data kanopi dilakukan dengan cara mengambil gambar kanopi dengan meletakkan kamera di atas permukaan tanah pada setiap plot dan dihitung menggunakan perangkat lunak software *ImageJ*.

Data yang terkumpul dari kelima tipe penggunaan lahan yaitu lahan pinus kopi, pinus semusim, kawasan lindung, mahoni talas, mahoni kopi disusun menjadi *database* dengan program *Microsoft Excel*. *Database* berisi informasi tentang sampel, baik lokasi pengambilan sampel, plot sampling, bulan sampling,

nama ordo, famili, dan spesies. Seluruh pengolahan data menggunakan perangkat lunak software R-Statistic (R Development Core Team 2018).



## I. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Keanekaragaman Jenis Semut yang Terdapat di Hutan Pendidikan “UB Forest” Malang

Hasil dari penelitian yang telah dilakukan selama 3 bulan di “UB Forest”, Malang, diperoleh 14 spesies (Gambar Lampiran 2) dengan jumlah individu 5.805 dari berbagai tipe penggunaan lahan (Tabel 2). Pada tipe penggunaan lahan agroforestri mahoni dengan tanaman talas memiliki spesies tertinggi (13 spesies), sedangkan pada tipe penggunaan lahan agroforestri mahoni dengan tanaman kopi memiliki spesies terendah (10 spesies).

Tabel 2. Keanekaragaman Semut Pada Berbagai Tipe Penggunaan Lahan

No	Spesies	Penggunaan Lahan					Peranan
		KL	MK	MT	PK	PS	
Formicinae							
1.	<i>Camponotus</i> sp1	0	0	0	0	1	Predator
2.	<i>Nylanderia</i> sp1	54	18	85	190	34	Omnivora
Dolichoderinae							
3.	<i>Dolichoderus</i> sp1	25	50	64	37	15	Predator
4.	<i>Dolichoderus</i> sp2	16	0	3	7	21	Predator
5.	<i>Technomyrmex</i> sp1	6	24	41	8	3	Detritivor
6.	<i>Tapinoma</i> sp1	9	9	3	25	103	omnivora
Ponerinae							
7.	<i>Harpegnathos</i> sp1	0	0	1	0	0	Detritivor
8.	<i>Odontomachus</i> sp1	0	2	4	0	0	Omnivora
9.	<i>Odontoponera</i> sp1	72	49	7	111	99	Predator
10.	<i>Pachycondyla</i> sp1	270	517	352	624	155	Predator
Myrmicinae							
11.	<i>Pheidole</i> sp1	517	96	58	712	729	Omnivora
12.	<i>Pheidole</i> sp2	1	0	2	4	0	Omnivora
13.	<i>Meranoplus</i> sp1	24	143	228	56	20	Omnivora
14.	<i>Tetramorium</i> sp1	3	26	18	39	15	Detritivor
Total Individu		997	934	866	1813	1195	
Total Spesies		11	10	13	11	11	

Keterangan : KL = kawasan lindung, MK = mahoni kopi, MT = mahoni talas, PK = pinus kopi, PS = pinus semusim.

Pada tipe penggunaan lahan agroforestri pinus dengan tanaman kopi memiliki jumlah individu yang lebih tinggi (1813 individu) dibandingkan dengan tipe penggunaan lahan lainnya, sedangkan pada agroforestri mahoni dengan

tanaman talas memiliki jumlah individu terendah (866 individu). Spesies semut yang paling banyak ditemukan pada lahan pengamatan yaitu *Pheidole* sp1, sedangkan spesies semut yang paling sedikit ditemukan yaitu *Camponotus* sp1, dan *Harpegnathos* sp1. *Pheidole* merupakan semut omnivora, semut yang dapat mencari makan kemana saja dalam jumlah yang besar, sehingga dapat kita temukan dimana-mana (Holldobler dan Wilson, 1990; Agosti et al, 2000). Genus *Pheidole* dan *Odontoponera* juga umum ditemukan pada penelitian sebelumnya yang dilakukan di Kebun Raya Bogor (Herwina dan Nakamura, 2008, Ito et al, 2001). *Pheidole* memang sering merupakan semut yang paling dominan dan mempunyai jumlah yang luar biasa besar dalam komunitas semut diseluruh dunia (Andersen, 2000). *Camponotus* sp1 ditemukan paling sedikit karena kebiasaan semut ini bersarang di kanopi pohon, dan memungkinkan semut ini jarang sekali ditemukan berasa di tanah untuk beraktifitas (Pierre, 2013).

Berdasarkan hasil pengamatan terlihat bahwa jumlah spesies yang paling banyak terdapat pada tipe penggunaan lahan mahoni talas, apabila jumlah spesies di suatu lahan semakin banyak maka kemungkinan semakin baik pula keanekaragaman yang ada di dalamnya. Hal ini dibuktikan dengan hasil perhitungan dari indeks keanekaragam Shannon-Wiener ( $H'$ ), indeks kemerataan Shannon-Wiener ( $E$ ), dan indeks dominansi Simpson ( $D$ ) (Tabel 3). Lahan mahoni talas memiliki nilai indeks tertinggi dibanding dengan penggunaan lahan lainnya, yaitu indeks keragaman (1,668), kemudian indeks kemerataan (0,650), dan indeks dominansi (3,892). Tingginya nilai keanekaragaman di suatu lahan dapat diartikan bahwa lahan mahoni talas memiliki habitat yang lebih stabil. Hal ini sesuai dengan pernyataan dari Odum (1998), keanekaragaman identik dengan kestabilan ekosistem yaitu jika keanekaragaman pada suatu ekosistem tinggi, maka kondisi ekosistem tersebut cenderung lebih stabil. Pada lahan mahoni talas juga memiliki nilai indeks kemerataan yang tinggi ( $E = 0,650$ ), dapat di artikan bahwa penyebaran spesies semut dilahan tersebut lebih merata dibanding lahan lainnya. Menurut Soerianegara dan Indrawan (1976) dan Odum (1998), semakin tinggi nilai indeks kemerataan ( $E$ ), maka keanekaragaman jenis dalam komunitas semakin stabil. Begitu pula dengan hasil perhitungan indeks dominansi pada lahan mahoni talas lebih tinggi, yang berarti kelimpahan spesies pada habitat tersebut juga lebih tinggi.



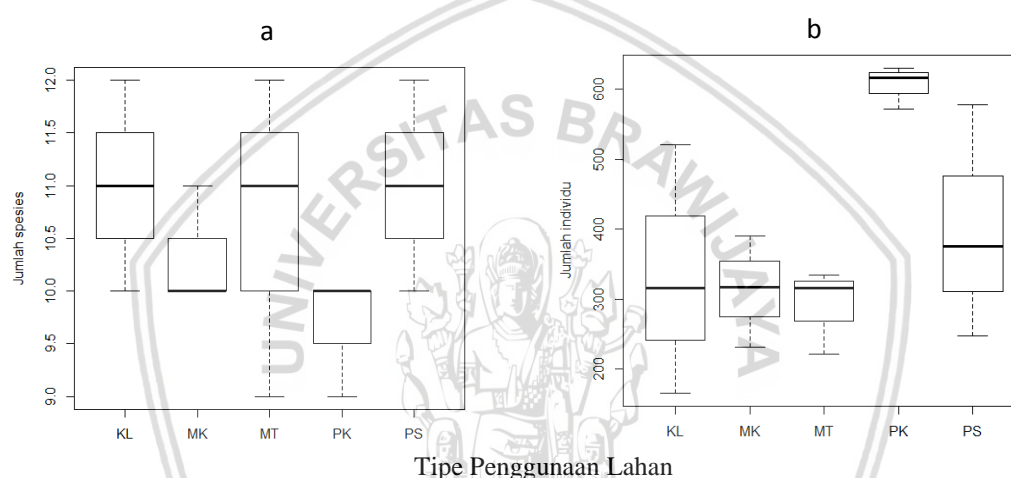
Tabel 3. Indeks Keanekaragaman dan Kemerataan Semut pada Berbagai Tipe Penggunaan Lahan.

Penggunaan Lahan	Indeks Keanekaragaman (H')	Indeks Kemerataan (E)	Indeks Dominansi (1/D)
Kawasan Lindung	1,388	0,578	2,841
Mahoni-Kopi	1,487	0,646	2,874
Mahoni - Talas	1,668	0,650	3,892
Pinus-Kopi	1,528	0,637	3,454
Pinus - Semusim	1,355	0,565	2,469

Berdasarkan hasil analisis ragam, kekayaan spesies semut ( $F_{4,10} = 3,5$ ;  $P = 0,049$ ) dan kelimpahan individu semut ( $F_{4,10} = 3,507$ ;  $P = 0,048$ ) pada berbagai tipe penggunaan lahan memiliki hasil berbeda nyata. Sehingga perbedaan tipe penggunaan lahan di “UB Forest” berpengaruh terhadap kekayaan spesies dan kelimpahan individu. faktor lain yang mempengaruhi kekayaan spesies dan kelimpahan individu semut adalah waktu pengambilan yang berbeda sehingga keadaan iklim yang ada di “UB Forest” juga berbeda-beda. Berdasarkan data dari stasiun Klimatologi Malang (2018), kawasan “UB Forest” memiliki suhu rata-rata, kelembaban, dan curah hujan yang berbeda pada bulan November 2017, Desember 2017, dan Januari 2018. Menurut Bruhl dan Linsenmair (1998), perbedaan suhu, intensitas cahaya matahari, kelembaban, curah hujan, kompetisi interspesifik, variasi ketersediaan sumber makanan, kualitas habitat dan aktivitas manusia juga dapat memengaruhi keanekaragaman semut dalam areal pemukiman. Longino *et al.*, (2002) juga menjelaskan bahwa kondisi iklim yang berubah-ubah dapat mempengaruhi komunitas semut.

Pengaruh perbedaan tipe penggunaan lahan terhadap kekayaan spesies dan kelimpahan semut dapat dilihat dalam bentuk diagram *box-plot* (Gambar 7). Dapat dilihat pada diagram kekayaan spesies semut (Gambar 7a), tipe penggunaan lahan agroforestri mahoni dengan tanaman talas memiliki jumlah kekayaan spesies yang lebih banyak dibanding penggunaan lahan lainnya. Sedangkan hasil *box-plot* pada kelimpahan individu (Gambar 7b) menunjukkan bahwa pada tipe penggunaan lahan agroforestri pinus dengan tanaman kopi memiliki kelimpahan individu yang lebih tinggi dibanding dengan tipe

penggunaan lahan lainnya. Spesies yang ditemukan pada tipe penggunaan lahan agroforestri mahoni dengan tanaman talas dan agroforestri pinus dengan tanaman kopi merupakan jenis semut tramp (Tabel Lampiran 6). Adanya aktivitas dan keberadaan manusia dapat mempengaruhi keberadaan spesies semut dan pola distribusinya pada suatu daerah (Suarez et al.,1998), bahkan beberapa spesies semut telah beradaptasi dan hidup bersama dengan manusia (semut tramp). Tingginya kekayaan spesies semut dan kelimpahan individu semut pada kedua tipe penggunaan lahan dikarenakan oleh kedua tipe penggunaan lahan dekat dengan jalan raya dan pemukiman warga yang memungkinkan banyak terjadi aktivitas manusia didalamnya.



Gambar 7. Keanekaragaman Semut pada Berbagai Tipe Penggunaan Lahan di “UB Forest”, a) Kekayaan Spesies semut ( $F_{4,10} = 3,5$ ;  $P = 0,049$ ), b) Kelimpahan Individu Semut ( $F_{4,10} = 3,507$ ;  $0,048$ ), KL = kawasan lindung, MK = mahoni kopi, MT = mahoni talas, PK = pinus kopi, PS = pinus semusim.

Perbedaan kekayaan spesies dan kelimpahan individu semut dipengaruhi oleh keanekaragaman vegetasi pada setiap tipe penggunaan lahannya, hal ini dibuktikan dari hasil analisis ragam vegetasi pada berbagai tipe penggunaan lahan ( $F_{4,10}=34,950$ ;  $P<0,0001$ ). Selain itu berdasarkan hasil analisis korelasi Pearson, kelimpahan individu semut memiliki korelasi dengan jumlah vegetasi yang ada di lahan. Dua variabel dikatakan berkorelasi apabila terjadi perubahan salah satu variabel disertai dengan perubahan variabel lainnya, baik dalam arah yang sama ataupun arah yang sebaliknya. Dari hasil analisis korelasi, spesies semut tidak memiliki korelasi dengan spesies vegetasi, kelimpahan vegetasi, dan kanopi vegetasi. Sedangkan kelimpahan semut memiliki korelasi negatif ( $r = -0,521$ ;  $P = 0,046$ ) (Tabel 4) dengan kelimpahan

vegetasi yang ada dilahan, hal ini berarti semakin banyak kelimpahan vegetasi dilahan maka kelimpahan individu semut akan berkurang.

Tabel 4. Hasil Analisis Korelasi semut terhadap Tipe Vegetasi dan Kanopi

	S. Vegetasi	N. Vegetasi	Kanopi
S. Semut	$r = 0,250$ ; $P = 0,368$	$r = 0,342$ ; $P = 0,211$	$r = -0,137$ ; $P = 0,625$
N. Semut	$r = -0,256$ ; $P = 0,356$	$r = -0,521$ ; $P = 0,046$	$r = -0,310$ ; $P = 0,259$

Keterangan: S. Semut = spesies semut; N. Semut = jumlah semut; S. Vegetasi = spesies vegetasi; N. Vegetasi = jumlah vegetasi.

Menurut Andersen (2000), keberadaan semut sangat terkait dengan kondisi habitat dan beberapa faktor pembatas utama yang mempengaruhi keberadaan semut yaitu suhu rendah, kelembaban, habitat yang tidak mendukung untuk pembuatan sarang, sumber makanan yang terbatas serta daerah jelajah yang kurang mendukung. Menurut Noor (2008), pada ketinggian tempat yang tinggi umumnya temperatur rendah dan kelembaban tinggi. Temperatur yang rendah dan kelembaban yang tinggi akan mengurangi aktifitas dan wilayah pencarian makan semut, kelembaban yang mencapai kondensasi 100% menyebabkan tanah tertutup dengan embun air. Semut yang berukuran kecil pada kelompok Decetinae (*Strumigenys* dan *Smithistruma*) akan mudah terperangkap air. Ukuran semut yang kecil dan relatif bergantung pada kondisi temperatur, membuat mereka sangat sensitif terhadap perubahan iklim dalam suatu habitat (Kaspari dan Mejer 2000). Seperti spesies dalam anggota subfamili Dolichoderinae yang umumnya mampu hidup di dataran rendah hutan tropis, sehingga hanya ditemukan pada ketinggian 1400 m sampai 1600 m. Begitu pula dengan spesies dalam anggota subfamili Ponerinae, keberadaan Ponerinae yang hanya mencapai ketinggian 1700 m diduga bahwa iklim mengurangi sumber makanan. Sedangkan Subfamili Myrmicinae dan Formicinae sebagian besar anggotanya terdapat pada semua ketinggian tempat.

#### 4.2 Perbedaan Komposisi Semut pada Berbagai Tipe Penggunaan Lahan di “UB Forest”

Komposisi kemiripan spesies semut pada berbagai tipe penggunaan lahan di “UB Forest” dapat dilihat dari data kemiripan Bray-Curtis. Nilai kemiripan komposisi Bray-Curtis tertinggi terdapat pada tipe penggunaan lahan kawasan lindung dan pinus kopi (100%) (Tabel 5). Dapat di artikan bahwa dalam kedua tipe penggunaan lahan tersebut memiliki kemiripan komposisi spesies semut

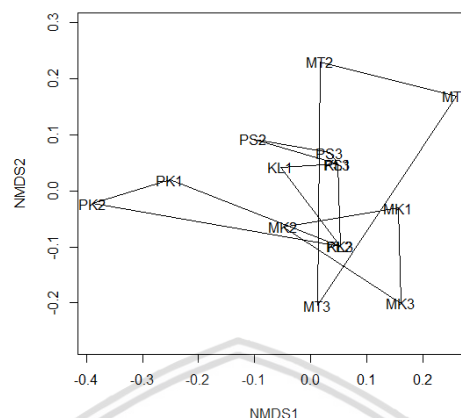
yang sama yaitu terdapat 11 spesies semut. Sedangkan nilai kemiripan Bray-Curtis terendah terdapat pada tipe penggunaan lahan mahoni talas dan pinus semusim (83,3%). Dapat diartikan bahwa tipe penggunaan lahan mahoni talas dan pinus semusim memiliki kemiripan komposisi semut yang rendah.

Tabel 5. Nilai komposisi Kemiripan Spesies Semut pada Berbagai Tipe Penggunaan Lahan di “UB Forest”.

Penggunaan Lahan	Kawasan Lindung	Mahoni - Kopi	Mahoni - Talas	Pinus - Kopi	Pinus - Semusim
Kawasan Lindung	1				
Mahoni-Kopi	0,857	1			
Mahoni-Talas	0,917	0,870	1		
Pinus-Kopi	1,000	0,857	0,917	1	
Pinus-Semusim	0,909	0,857	0,833	0,909	1

Berdasarkan hasil dari ANOSIM kemiripan komposisi spesies semut ( $R = 0,257$ ;  $P = 0,017$ ), perbedaan tipe penggunaan lahan berpengaruh terhadap komposisi semut pada setiap tipe penggunaan lahan di hutan pendidikan “UB Forest”. Perbedaan komposisi pada masing-masing tipe penggunaan lahan disebabkan oleh banyak faktor diantaranya seperti vegetasi yang ada di “UB Forest” sangat beragam ( $R=0,709$ ,  $P=0.001$ ). Hal ini sejalan dengan pendapat Agosti *et al.*, (2000), perubahan tipe dan stuktur vegetasi yang terdapat pada suatu lahan selalu berkorelasi terhadap keanekaragaman dan kelimpahan serangga. Semut sebagai serangga yang dapat dijumpai di berbagai tempat penyebarannya sangat ditentukan oleh faktor makanan, sehingga keberadaan serta jenis semut tertentu diasumsikan ditentukan oleh vegetasi penyusun kawasan. Komposisi jenis-jenis semut akan berbeda pada vegetasi satu dengan lainnya, seperti yang dilaporkan oleh Herwina *et al.*, (2008), bahwa pada kondisi tanaman yang berbeda ditemukan jenis semut yang berbeda pula. Perbedaan komposisi spesies semut juga dapat dilihat berdasarkan grafik Non-Metric Multidimensional Scalling (NMDS) (Gambar 8). Apabila jarak antar tipe penggunaan lahan dalam skema NMDS yang digambarkan dalam bentuk segitiga berdekatan, maka tingkat kemiripan komposisi spesies semut dalam tipe penggunaan lahan tersebut semakin tinggi, begitu pula sebaliknya jika jarak antar tipe penggunaan lahan jauh maka tingkat kemiripan komposisi semut di lahan tersebut rendah. Berdasarkan hasil analisis NMDS, tipe penggunaan lahan kawasan lindung memiliki jarak yang lebih dekat dengan tipe penggunaan lahan agroforestri pinus dengan tanaman kopi. Hal ini berarti bahwa kedua tipe

penggunaan lahan tersebut memiliki komposisi spesies semut yang mirip dibanding dengan tipe penggunaan lahan lainnya.

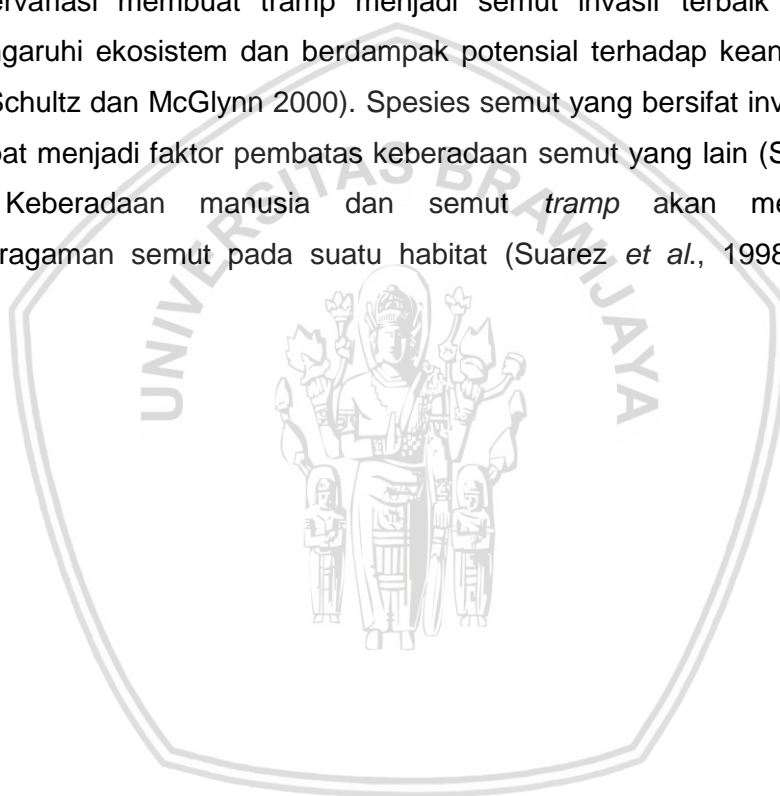


Gambar 8. Hasil Analisis Non-Metric Multidimensional Scalling Kemiripan Komposisi Spesies Semut pada Berbagai Tipe Penggunaan Lahan di “UB Forest” Malang, nilai stress 0,069 . KL = kawasan lindung, MK = mahoni kopi, MT = mahoni talas, PK = pinus kopi, PS = pinus semusim. Kode angka (1,2,3) merupakan plot pengamatan.

Kemiripan komposisi pada tipe penggunaan lahan kawasan lindung dan pinus kopi dikarenakan pada kedua tipe penggunaan lahan tersebut berdekatan dengan pemukiman warga dan memiliki jenis spesies semut tramp (Tabel Lampiran 6). Pada beberapa wilayah tercatat ditemukan beberapa jenis semut yang mampu menyesuaikan diri dengan kehadiran manusia dan bahkan berasosiasi dengan manusia yang disebut sebagai semut *tramp* (Suarez dan Suhr, 1998). Semut *tramp* ini memiliki sifat invasif dan selalu membuat sarang di sekitar kehidupan manusia (Schultz dan McGlynn, 2000) dan memiliki mekanisme kolonisasi khusus sebagai hasil adaptasi terhadap gangguan manusia. Beberapa spesies semut yang telah beradaptasi dengan kehidupan manusia umumnya bersifat omnivora dan hanya membutuhkan areal yang sempit untuk membangun sarang. Seperti *Anoplolepis gracilipes*, *Camponotus* sp.47, *Cardiocondyla nuda*, *Iridomyrmex anceps*, *Monomorium floricola*, *Monomorium destructor*, *Odontomachus simillimus*, *Paratrechina longicornis*, *Paratrechina* sp.17, *Pheidole* sp.01, *Solenopsis geminata*, *Tapinoma* sp, *melanocephalum*, dan *Tetramorium walshi*, walaupun ditemukan pada keseluruhan habitat, spesies-spesies tersebut lebih dominan ditemukan pada habitat permukaan tanah. Spesies-spesies semut yang tersebut diatas dominan di permukaan tanah karena termasuk semut *tramp* yang hidupnya berasosiasi



sangat dekat dengan manusia dan umumnya selalu membuat sarang di sekitar struktur yang dibuat oleh manusia (Schultz & McGlynn 2000). Penelitian Rizali *et al.* (2008) menunjukkan bahwa aktivitas manusia telah membantu distribusi spesies semut asing invasif *Anoplolepis gracilipes* dan *Solenopsis geminata* di beberapa pulau kecil di Kepulauan Seribu. Jenis spesies semut yang memiliki distribusi geografis yang sama dan keberadaannya dipengaruhi oleh aktivitas manusia adalah kelompok tramp, bersifat agresif dan kompetitif, mampu mendominasi sumber makanan, memiliki kemampuan untuk berkembang biak dengan cepat, kepadatan tinggi dan kemampuan beradaptasi terhadap habitat yang bervariasi membuat tramp menjadi semut invasif terbaik yang dapat mempengaruhi ekosistem dan berdampak potensial terhadap keanekaragaman hayati (Schultz dan McGlynn 2000). Spesies semut yang bersifat invasif tersebut juga dapat menjadi faktor pembatas keberadaan semut yang lain (Suarez *et al.*, 1998). Keberadaan manusia dan semut *tramp* akan mempengaruhi keanekaragaman semut pada suatu habitat (Suarez *et al.*, 1998; Andersen, 2000).





## I. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data penelitian maka :

1. Keanekaragaman semut di kawasan UB Forest berdasarkan indeks keanekaragaman Shannon-Wiener ( $H'$ ), indeks kemerataan Shannon-Wiener ( $E$ ), dan indeks dominansi Simpson ( $D$ ), menunjukkan bahwa di penggunaan lahan agroforestri mahoni dengan tanaman talas lebih tinggi dibandingkan dengan penggunaan lahan kawasan lindung, agroforestri mahoni dengan tanaman kopi, agroforestri pinus dengan tanaman kopi, dan agroforestri pinus dengan tanaman semusim.
2. Sedangkan pada tipe penggunaan lahan kawasan lindung dan agroforestri pinus dengan tanaman kopi memiliki komposisi spesies yang sama.

### 5.2 Saran

Untuk peneliti yang akan melakukan penelitian serupa di "*UB Forest*" sebaiknya menggunakan ulangan bulan yang lebih banyak agar mendapatkan data keanekaragaman semut pada setiap bulannya. Supaya data yang diperoleh semakin banyak dan dapat dijadikan sebagai acuan atau data dasar dalam melakukan konservasi ekosistem di "*UB Forest*".

## DAFTAR PUSTAKA

- Agosti, D., Majer J.D, Alonso L E, dan Schultz T.R. 2000. *Ants: Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity*. Smithsonian Inst, Amerika Serikat.
- Andersen, A.N. 2000. Global ecology of rainforest ants: functional groups in relation to environmental stress and disturbance. In: Agosti D, Majer JD, Alonso LE, Schultz TR (eds). *Ants: Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity*. Smithsonian Inst, Amerika Serikat.
- Borror, D.J., Triphelhorn C.A, dan Johnson N.F. 1992. *Pengenalan Pelajaran Serangga*. Penerjemah S. Partosoejono. Edisi Keenam. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Bruhl, C.A., dan Linsenmair K.E. 1998. Stratification of ants (Hymenoptera, Formicidae) in primary forest on Mount Kinabalu, Sabah Malaysia. *Borneo. Journal of Tropical Ecology* 14: 285-297.
- Cadapan, E.P., Moezir M. dan Prihatin A.A. 1990. Semut Hitam. *Berita Perlindungan Tanaman Perkebunan* 2 (1): 5-6.
- Clarke K.R. 1993. Non-Parametric Multivariate Analysis of Changes in Community Structure. *Australian Journal of Ecology*. 18: 117-143.
- Fransina, S. L. 2010. *Pengaruh Alih Fungsi Lahan Terhadap Keanekaragaman Semut Alam Hutan Lindung Gunung Nona-Ambon*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Hadi, Tarwotjo, dan Rahadian R. 2009. *Biologi Insecta: Entomologi*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Hashimoto, Y. 2003. *Identification Guide To the Ant Genera of Borneo*. Inventory and Collection Total protocol for understanding of biodiversity, UMS press. Japan
- Hasmi, A., Lebrun E, dan Plowes R. 2006. *A Field Key To The Ants (hymenoptera : Formicidae) Found at Brackenridge Field Laboratories (Rev)*. University of Texas at Austin. Texas.
- Herwina, H dan Nakamura, K. 2008. Ant species diversity studied using pitfall traps in a small yard in Bogor Botanic Garden, West Java, Indonesia. *TREUBIA*, 35: 99-116
- Herwina, Henry, Yaherwandi, dan Salmah, S. 2008. *Struktur Komunitas dan Peranan Ekologi Semut Sebagai Predator Serangga Hama pada Beberapa Tipe Lanskap Pertanian di Sumatra Barat*. Laporan Penelitian Hibah Bersaing. Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Andalas.
- Holldobler, B., dan Wilson E.O. 1990. *The Ants*. Harvard University Press. Cambridge.
- Kalshoven, L.G.E. 1981. *The Pest of Crop in Indonesia*. Revised by Van der Laan PA. PT Ichtiar Baru-van Hove. Jakarta. 701 hlm.
- Kaspari, M. and Majer, J.D. 2000. Using Ants to Monitor Environmental Change. dalam: Agosti, D., Majer, J.D., Alonso, L.E., and Schultz, T.R. 2000. *ANTS*:

- Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity. Smithsonian Institution Press. United State of America. Hlm 89–98.
- Jones, T.J., dan Eggleton. P. 2000. Sampling Termite Assemblages in Tropical Forests : Testing a Rapid Biodiversity Assesment Protocol. *Journal of Applied Ecology*. 37: 191-203.
- Latumahina, S. F., Musyafa, Sumardi, & Putra, S. N. 2014. Kelimpahan dan Keragaman Semut dalam Hutan Lindung Sirimau Ambon. *Biospecies*7, 53-58.
- Longino JT, Coddington J dan Colwell RK,.2002. The Ant Fauna of a Tropical Rain Forest Estimating Species Richness Three Different Ways. *Ecology* 83 83:689-702.
- Magurran, A.E. 2004. Measuring Biologycal Diversity. New Jersey (US): Blackwell Publishing.
- Noor, M.F. 2008. Diversitas semut (Hymenoptera: Formicidae) di beberapa ketinggian vertical di kawasan Cagar alam Telaga warna, Jawa Barat. Tesis. PPs-IPB. Bogor.
- Odum, E.P. 1998. Dasar-dasar Ekologi Edisi Ketiga. Gajah Mada University Press : Yogyakarta.
- Pierre, E.M. 2013. An ecological study of *Pteroma pendula* (Lepidoptera: Psychidae) in oil palm plantations with emphasis on the predatory activities of *Oecophylla smaragdina* (Hymenoptera: Formicidae) on the bagworm. disertasi Institute of Biological Science Faculty of Science University of Malaya Kuala lumpur: 135.
- Pracaya. 2005. Hama dan Penyakit Tanaman. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Pusrenbang SDM. 2017. Sekeping Informasi dari “UB Forest” Malang. <http://bp2sdm.menlhk.go.id/pusrenbang/index.php>. Diakses pada tanggal 6 Januari 2018.
- Riarmanto, A. K. 2016. Keanekaragaman dan Peranan Semut pada Pertanaman Kopi di “UB Forest” Malang. Fakultas Pertanian UB, Malang.
- Rizali, A., Bos, M.M., Buchori, D., Yamane, S., and Schulze, C.H. 2008. Ants in Tropical Urban Habitats: The Myrmecofauna in a Densely Populated Area of Bogor, West Java, Indonesia. *Hayati Journal of Biosciences*. 15(2): 77-84.
- Schultz, T.R., and McGlynn, T.P. 2000. The Interaction of Ants with Other Organisms. dalam: Agosti, D., Majer, J.D., Alonso, L.E., and Schultz, T.R. 2000. *ANTS: Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity*. Smithsonian Institution Press. United State of America. Hlm 35-44.
- Shattuck, S. O. 1999. Australian Ants Their Biology dan Identification. CSIRO publishing Collingwood. Australia.
- Soerianegara, I., dan Indrawan A. 1976. Ekologi Hutan Indonesia. Fakultas Kehutanan IPB, Bogor.
- Speight, M.R., Hunter M.D dan Watt A.D. 1999. *Ecology of Insects, Consepts and Applications*. Blackwell Science. Amerika.
- Suarez dan Suhr E.1998. Effect of fragmentation and invasion on native communitites in coastal southtern california. *Ecology*, 79(6):2041 -2055.

- Sugiyono. 2005. Metode Penelitian Pendidikan (Pendekatan Kuantitatif, dan Kualitatif). Alfabeta, Bandung.
- Suhara, 2009. Semut Rangrang (*Oecophylla smaradigna*). Jurusan Pendidikan Biologi Fakultas Pendidikan Matematika dan Ipa. Universitas Pendidikan Indonesia. Bandung.
- Wang, C., Strazanac J, dan Butler L. 2000. Abundance, diversity, and activity of ants (Hymenoptera: Formicidae) in oak-dominated mixed appalachian forest treated with microbial pesticides. Environ Ecology 29 (3):579-586.
- Wilhm, J.L. & T.C. Dorris. 1968. Biological parameters for water quality criteria. BioScience, 18(6): 477-481.
- Wilson. 1971. *The Insect Societies*. Cambridge Massachusetts : The Belknap of Harvard Univ.Pr.

